一人一人がスピーカボックス作りへのねがいを明確にしていくコンピュータ計測の学習

長野県技術・家庭科教育研究会
大町市立仁科台中学校　宮沢　芳明

1　はじめに

生活の中で利用している製品の多くは，コンピュータ（マイコン）による計測が行われ，制御されている。しかし,生徒はそのしくみを明らかにしたり,普段の生活で意識したりすることは少ない。

そこで,スピーカボックス作りの題材展開の中で,コンピュータを利用した設計やそれをもとにして計測をする体験を通して，ものやコンピュータを見る（評価する）目を養い，コンピュータや情報機器を活用する力をつけていきたいと考えた。

2　「コンピュータによる計測の学習」における指導の現状

(1) 変化してきた生徒の実態

①　コンピュータによる計測に気づかない生徒

身の回りの様々な機器には，コンピュータが組み込まれている。その結果，機器操作は簡単になり，効率的で高精度な仕事ができるようになってきた。しかし，生徒はそのようなしくみを意識して利用し，より効率よく仕事をしようと考えて利用することは少ない。

②　最後まで作品を完成させたいと願い，根気よく製作に取り組む生徒

生徒は，教師や先輩の製作した作品を身近で手にし，身の回りにある製品の巧みさに刺激され,緻密さや正確さにこだわって作品を完成させようと願い，根気よく製作に取り組んでいる。

(2) 「コンピュータによる計測の学習」の指導の見返しから

①　コンピュータによる計測の技術を授業に位置づけていない現状がある

現行の指導要領において「プログラムと計測・制御」の学習は,選択して履修される内容である。そして，学ぶ価値を大いに認めながらも，少ない授業時数の中に組み込みにくかったり，計測・制御する題材を選定することが難しかったりするため,履修している学校が極めて少ない状況がある。

②　ものづくりの技術とコンピュータの技術を融合した題材を展開したい

現代のものづくりの進歩は，コンピュータによる計測と制御の技術に支えられているところが大きい。中学校の技術・家庭科において「技術とものづくり」の学習の中に，コンピュータを活用して設計や比較検討する場面を織り交ぜることで,より効率よく製作する社会のものづくりの一端を体験し，生活と技術のかかわりについて理解を深める融合題材を扱いたいと考えた。

③　目に見えない対象をコンピュータによる計測でデータに変換し，客観的に吟味する学習を仕組む

作品作りにおいて，緻密さや正確さを生徒に求めながらも，その根拠となる判断基準が明確でないことがあった。そこで，スピーカボックス作りへのねがいを明確にし，目に見えない音の違いを客観的なデータとして比較検討するために，コンピュータによる計測データを根拠に学習を進められないかと考えた。

3　一人一人が自ら拓くコンピュータ計測の学習

(1) コンピュータによる計測の学習でつける力

自分の願う音が出せるスピーカボックスの構造を考えるとき，生徒は聴き比べてみた微妙な音の違いを一生懸命に言葉で表現しようと試みる。友に意見を求められ，相手に自分の感じた音質を言葉で伝えたいが，ぴったりと当てはまる言葉で伝えることは大人でも難しい。

このように今聴いた音に対して一人一人の感覚だけに頼ると,判断のしづらいあいまいさを含み,技術的な課題にまで高められないまま，浅い追究で終わってしまう。音は目に見えないものだから

こそ，一人一人の感覚だけを頼りにしない客観的データが何より大切になる。このようなとき，パソコンを用いたスピーカ測定プログラムを使い，実際にスピーカから出る音の周波数特性を測ることができると，グラフの形状から，微妙な音質の違いが一目瞭然となる。

本分科会では，スピーカから発せられる音というアナログ情報を，適切にデジタル処理するコンピュータによる計測を学習活動に取り入れることで，コンピュータや情報機器を目的に応じて活用する力をつけたいと考えた。また，情報機器や情報技術の価値を評価できる目を養っていきたい。

この力は，生徒一人一人の将来にも生きてはたらく力と考え，以下のように，コンピュータ計測の学習でつける力を設定した。

計測するために，コンピュータを活用する力

① コンピュータを利用した計測のしくみがわかり，目的に応じてプログラムを選択して計測することができる力
② コンピュータ計測の結果をもとに，ねがいを明確にして，ものづくりを進める力
③ コンピュータ計測の技術を利用して，製作品を確かめていく力
④ 生活で利用されているコンピュータを利用した計測・制御の基本的なしくみがわかり，その技術を的確に評価できる力

(2) 魅力的な題材の選定と教材化

① 多様な技術を複合し，基礎的・基本的な学習を展開することができるスピーカボックス

スピーカボックスの製作は，材料と加工に関する技術，エネルギー変換に関する技術，情報に関する技術を複合して扱うことができる題材である。その学習内容も，基礎的・基本的なものから発展的な内容まで，幅広く展開することができる。

また，生徒の興味関心が高い音楽を扱う題材であり，「早く家に持ち帰って使いたい」という言葉が多く聞かれる作品になる。

これらの特徴から，電気エネルギーの有効な利用方法や，情報技術の活用方法について，ものづくりを通して学習していく融合的な題材として，２～３学年の生徒に位置づけることにした。

『Ｍｙスピーカのある生活』　（35 時間）
＊ゴシック体は，「情報とコンピュータ」の内容

電気エネルギーの利用	（５時間）
電気エネルギーを音に変換する仕組み	（２時間）
様々なスピーカ周波数特性を計測	**（１時間）**
スピーカボックスの設計と構想	**（４時間）**
スピーカボックスの製作	（15 時間）
アンプの製作	（４時間）
製作したスピーカボックスの特性試験 **パソコンとの接続**	**（３時間）**
学習のまとめ	（１時間）

② コンピュータによる計測の学習が，有効に設定できる題材

スピーカボックスから出てくる音の良し悪しを判断するとき，感覚的な聴こえ方だけでなく，目に見えない音をコンピュータ解析による計測データで表示することで，客観的な指針としてより明確に吟味できるようになる。

このように，音の計測をすることは，コンピュータ計測の利点を実感できる有効な学習として，位置づけることができると考えた。

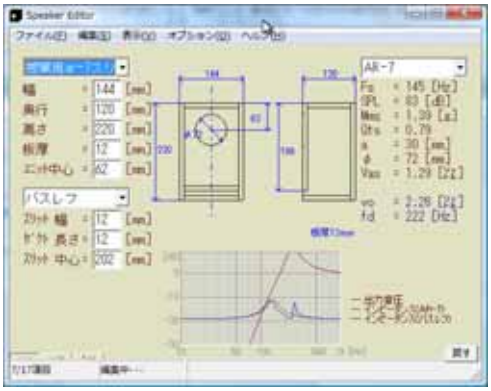
(3) 一人一人のねがいを大切にし，課題解決力を育てる学習過程

① イメージを具体的にする，専用ソフトによる設計

一人一人が題材展開の始まりにもったスピーカ製作へのねがいは，より具体的なイメージをもって製作に入るようにする。

そのために，まず，専用のパソコンソフトを使用してスピーカボックスの設計を行う。専用ソフト上で寸法を入力すると，瞬時にキャビネット図や正面図・側面図が表示され，加えて周波数特性がグラフ波形でシミュレーションされる。生徒は，

自分のねがいに近い音が出せるかを確認することができ，具体的なイメージをふくらませていくことができる。この学習は，コンピュータ技術のすばらしさを感得する場面でもあり，また，設計段階で無駄な材料を省いていくという，環境に優しい技術であることも押さえていく。



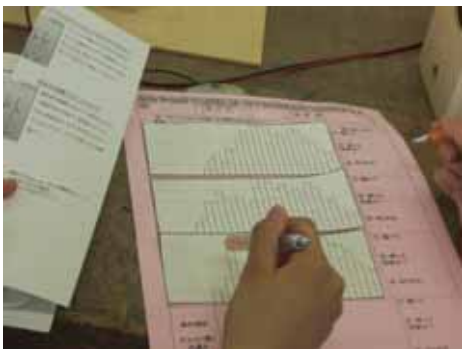
エンクロージャ設計支援ソフト
SpeakerEditor〔Ｓｐｅｄ〕の画面

②　ねがいをもとに，コンピュータ計測で比較検討し，追究を深める過程

設計をもとに，スピーカボックスの試作品を，グループで製作する。そして，この試作品から音を出し，自分で音質を確かめたり，コンピュータ計測したりして，自分のスピーカボックスの形状や構造を決め出していく。

この過程で最も重要なポイントが，コンピュータ計測である。スピーカボックスの性能を自分の感覚的な聴こえ方で確かめるとともに，コンピュータで解析した明確な計測データで確認することで，一人一人のもつねがいや，作品のイメージがさらに明確になっていく。

また，グループで，友と一緒に聞き比べたり，グラフを検討したりすることで，自分のねがいとする構造への追究を深め，友とかかわることのよさや，学習の深まりを実感していけるようにする。



スピーカ計測プログラム　ＭｙＳｐｅａｋｅｒ
で周波数特性を比較する生徒

(4) 一人一人がねがいを達成した喜びと，学び合いを生み出すための教師の支援

①　同じ課題のグループ編成による共同追究

スピーカの構造を設計する場面や，自分のスピーカの構造を決定していく場面では，同じねがいや課題をもつ生徒同士でグループを編成するようにした。そうすることで，情報を共有したり，教え合ったりする活動が起こるようにしたいからである。

「コンピュータの設計した図面通りに作ればいい」と考えていた生徒が，友と一緒に聴き比べたり，友の作った構造を見たりすることで，もっと音質をよくしたいと，新たなねがいをもって取り組む姿があった。

また，友と相談しながらよい音質の構造を工夫していったのだが，最後には，「私は低音を響かせたいからこの構造にする」「私は主にポップスを聴くからこの構造にする」と，互いのよさを認め合いながらも，一人一人が自己決定していく姿があった。

生徒は，互いのよさに気づき，刺激し合いながら学び合っていく。この学び合いのよさを大事にした学習展開をしていきたい。

②　生徒が学びたくなる振り返りの時間

振り返りの場面で，スピーカボックスのスリットの長さに注目が集まった授業があった。

多くのグループは 80mm の長さにしていたが，１つのグループだけが 40mmにしたいと考えていた。教師はこのことを全体の場で取り上げた。すると，40mmを提案するグループから「グラフから見れば，80mmより40mmだ」という主張がなされ，「それぞれの班は，なぜその形にしたのか理由を知りたい」と，決めた根拠が問われることになった。そこから，「計測データをもとに決めた」「ここの周波数を大事に考えた」と，自分たちの追究の視点を明確にした振り返りができるようになった。また，「まだ，あやふやなので，もう一回計測したい」「もっと正確な値を出したい」「もっと聴き比べたい」と，次時へのねがいが語られ，学習内容を自ら決めていく話し合いへと発展していった。

このように，生徒自らが，自分の学びの価値を振り返ることができ，次の授業へと進んで取り組

んでいくことができるような振り返りの時間を，教師は作り出していきたい。そのためには，教師が展開の見通しをもって授業に臨み，どこで生徒の姿を生かしていくかという，生徒を見る目と位置づけられる力が必要である。１時間１時間の授業で，生徒たちが，「わかった」「できた」という達成感をもち，さらなる追究意欲を高められるよう授業展開を工夫したい。

(5) 展開の大要（全７時間）

[学習問題と活動]	[つける力]
１ 音の違いが見えた！スピーカボックスの効果を知ろう **(情報1時間)** ・スピーカから出る音の違いを比較する方法を考える。 ・スピーカ単体，段ボールスピーカ，木材スピーカの周波数特性を計測し，比較検討して気づいたことをまとめる。	・コンピュータを用いてスピーカの周波数特性を計測する方法がわかる。 ・音の違いを聴き比べたり，計測データを見比べたりして，比較検討する方法がわかり，様々なスピーカの構造の違いを知る。
２ パソコンで瞬時に検討！スピーカの設計をしよう (情報4時間) ・エンクロージャ設計支援ソフトを用い，設計をする。 ・設計した図面に基づいて実際にスピーカの音質を計測する。 ・計測データを基に，スピーカの構造を検討する。	・自分の願う音が出るように，コンピュータを使ってシミュレーションし，設計を検討することができる。
３ Myスピーカの性能評価表と取扱説明書を作ろう **（情報３時間）** ・スピーカをパソコンと接続し，音源を流して音質を確認する。 ・自分のスピーカの周波数特性を計測して性能評価をまとめる。 ・スピーカの取り扱いに関する説明書を作成する。	・できあがったスピーカボックスをコンピュータで計測し，音の特性や工夫したことを説明することができる。

４　学習指導の実際

(1) 題材名　「パソコンで瞬時に検討！スピーカの設計をしよう」（全４時間）

(2) 題材の目標

関心・意欲・態度	創意・工夫	技　　能	知識・理解
ア設計の場面で意欲的にコンピュータを活用しようとしている。 イコンピュータでの設計や計測に関心をもち，自分の作品づくりや生活に生かそうとしている。	ア目的に合わせて，どのソフトがよいか選び，活用しようとしている。 イ自分の願う音が出るようにコンピュータを使ってシミュレーションし，設計を検討することができる。	ア設計ソフトを使用して，スピーカボックスの設定をすることができる。 イコンピュータを使って，音質の特性を適確に計測することができる。 ウ音の違いを比較検討し，スピーカの構造を設計できる。	ア製品設計でコンピュータを利用する例をあげ説明できる。 イスピーカから音が出るしくみを知り，計測したデータについて説明できる。

(3) 学習の展開

学習問題	学習活動	指導・評価（◎）	時間
１　願う音の出るスピーカはどんな形や大きさだろうか	・エンクロージャ設計支援ソフト「Sped」を用いて設計をする。 ・周波数特性のシミュレーションを見ながらねがいに応じたサイズにしていく。	・周波数特性のシミュレーションの見方を知らせ，ねがいの音質に応じたサイズを検討できるようにする。 ◎周波数特性の見方を知り，スピーカボックスの設計ができるか。	1
２　自分のスピーカボックスの最終仕様を決めよう	・「Sped」で作った試作品から，スピーカ測定プログラム「My Speaker」で実際に計測して，ス	・コンピュータで周波数特性を計測し，比較検討を何度か行なうことと同時に，自分の耳で聴きながら，願うスピーカの構造に仕上げる	3本時

	ピーカの特性を調べ，その結果を分析する。	ようにする。 ◎自分のねがいに近い特性になるようにスピーカの構造を工夫ができたか。	

(4) 本時の学習指導案

① 本時の位置（全４時間中第３時）

【前時】スピーカ計測ソフト「My Speaker」で周波数特性を計測し，自分のねがう音質に近づけるための方法を予想した。

【次時】自分のスピーカボックスの構造を決定する。

② 主眼（目標）

自分のねがう音質に近づけるための方法を予想した生徒たちが，課題別のグループで，周波数特性を計測したグラフに着目しながら比較検討し，構造の変更とコンピュータ計測を繰り返すことを通して，自分のスピーカボックスの構造をどのようにするか見通しをもつことができる。

（目標）・課題別のグループで周波数特性を計測し，ねがいとする音質になるように，構造を変更することができる。

・計測しながら構造の変更をすることで，自分のスピーカボックスの構造をどのようにするか見通しをもつことができる。

③ 本時の学び合い

課題別にグループを編成し，グループごとに周波数特性を調べたりスピーカボックスの構造を工夫したりしていく。互いの意見を交換したりまとめたりしやすくするために，グループ用の学習カードに，一人一人の感じ方を付箋紙で貼っていくようにする。この学び合いを通して，自分のスピーカボックスの構造をどのようにするか見通しをもつことができるようにする。

④ 本時の振り返り

振り返りの場面では，グループごとの追究結果や，個々に決めたスピーカボックスの構造を発表していくようにする。その際に，自分の感じ方，計測結果，友だちの意見等，何を根拠にして構造を決めていったのかを明確にし，具体的な追究の様子を織り交ぜながら発表させていくことで，自分たちの追究のよさや学び合いのよさに気づいていかれるようにする。

⑤ 展開

段階	学習活動	予想される生徒の反応	指導・評価（◎）	時間
課題把握	1　本時の学習内容を確認する	**学習問題　　自分のねがう音質に近づける構造を見つけだそう** ・自分たちの班の課題を，みんなで確認しよう。	・学習問題を設定する。 ・自分たちの班が調査をする工夫ポイントの予想を確認する	5
究明・実践	2　課題グループごとに計測をし，スピーカボックスの構造を工夫しよう	・実験の準備を進めよう。 ・マイク，スピーカの位置をチェックしよう。 ・スピーカ計測ソフト「My Speaker」の動作チェックしよう。 ・パソコン画面のウィンドウを，見やすい配置にしよう。 ・準備ができたぞ。測定を始めよう。 ① 平型スリット 研究 ・スリットの長さを調節しよう。	・パソコンとアンプ，マイク，スピーカの配置など，測定の条件を同じにするために，気をつけて準備を進めるように指示をする。 ・うまく準備を進められない班には個々に指導をして測定の正確さを期すようにする ・測定した結果の違いを比べられるように，PCでの表示の工夫ポイントを机間指導していく。 ・バスレフタイプの２種類のスリット別に測定していく。	5

		・両面テープでスリットをつけていけばいいんだな。簡単だ。 ・よし，音を出すぞ。 ・予想した通りになった。 ・あれ？自分の予想とは違う結果が出たぞ。 ・どうしてだろう。もう一回やろう。 ・スリットの長さを変えて挑戦しよう。 ・スリットの長さを変えると，グラフも変わってくるぞ。 ② 円形スリット 研究 ・筒の長さを変えて測定すればいいんだ。 ・３種類，やってみよう。 ・長さによって違いが出るな。 ・どの長さがいいかな。	・比較対象は，基本形と，それぞれの班で設計したタイプのものとする ・注目する周波数帯はどの場所（低音域）かを机間指導で尋ね，明確におさえていく。 ・事前に必要だと思われる実験機材を準備して，生徒の追究に対応しておく。 ・また「ダブルバスレフ」「吸音材」は，生徒の追究の進度に応じて提示する準備をしておく。 ・学習カードに，調査結果をまとめるように指示をする ・班の中でリーダーになる生徒を決めておき，その生徒を中心に，グループの学習カードを書き入れるようにする。	25
	3　調査をして分かったことをまとめ，発表しよう	・班の測定結果をまとめよう。 ・どんな構造がいいのかな？ ・一番ねがい通りの結果が出たのは，スリットの長さが○○mmのだったぞ。 ・そうだね。僕はその長さにしよう。 ・でも僕は，ここの周波数にこだわって，○○mmのスリットにするよ。 ・結果を全体で発表しよう。	・調査結果から，どんな構造が適当か，班で話し合う。 ・自分たちの調査と，全体での発表とを考え合わせ，自分のスピーカボックスに生かすポイントと，分かったことをまとめる。 ・自分の決めたことを発表するように促す。 ◎計測結果と話し合いから，スピーカボックスの構造をどのようにするか見通しをもつことができたか。	10
整理・発展	4　本時のまとめをしよう	・授業のまとめを学習カードに記入しよう。 ・自分のスピーカボックスの構造を決めることができたぞ。 ・次の時間は構造をしっかり決めて，製作を始められるといいな。	・学習カードに本時のまとめを記入するように促す。その際，何をポイントに構造を決めていったのか，ポイントをはっきりさせるようにする。 ・まとめを発表するように促す。	5

5　おわりに（成果と課題）

スピーカボックスの仕様を決めていく場面での，追究を深める手だてが明らかになった。まず，個々のねがいを明確にすることであるが，自分の感覚やコンピュータ計測で得た周波数特性等を利用して，願っている音がどんな音なのかをはっきりさせることができた。一人一人のねがいは多様なので，言葉や客観的にわかるデータ（周波数特性グラフ等）で表現できるように工夫できた。

次に，学び合いの場の設定であるが，同じねがいや課題をもつグループで共同追究した。そのかかわり合いの中で，獲得するものは何か，それを自分の仕様決定にどう役立てていくのかを，教師は精選して，実験や話し合いの方向を絞って，追究させるようにした。その結果，一人一人の生徒が「よし，最後はこれでいくぞ」と明確な根拠をもって意思決定ができる学習になった。

今後も，生徒を取り巻く社会の状況はめまぐるしく変化するだろう。その中にあって，情報技術がものづくりの技術と密接に連携し，環境に優しく生活を豊かにしていることに役立っていることを実感できる授業の創造を目指し研鑽を積みたい。